



Revista de CIENCIAS AMBIENTALES

Tropical Journal of Environmental Sciences



Indicadores de gestión ambiental: Instrumento para medir la calidad ambiental de la Universidad Nacional de Costa Rica

Environmental Management Indicators: Instrument to Measure the Environmental Quality of the Universidad Nacional de Costa Rica

Fabián Chavarría-Solera^a, Noelia Garita-Sánchez^b, Rebeca Gamboa-Venegas^c

^a Químico, coordinador del Módulo de Control Ambiental y del Programa de Gestión Ambiental Institucional de la Universidad Nacional de Costa Rica (UNA). Programa UNA-Campus Sostenible; fabian.chavarría.solera@una.cr
^b Bióloga, coordinadora del Programa UNA-Campus Sostenible; noelia.garita.sanchez@una.cr
^c Estudiante de economía y asistente del Programa UNA-Campus Sostenible; rebe.gamb07@gmail.com

Director y Editor:

Dr. Sergio A. Molina-Murillo

Consejo Editorial:

Dra. Mónica Araya-Salas, Costa Rica Limpia, Costa Rica
Dr. Gerardo Ávalos-Rodríguez. SFS y UCR, USA y Costa Rica
Dr. Manuel Guariguata. CIFOR-Perú
Dr. Luko Hilge-Quirós, CATIE, Costa Rica
Dr. Arturo Sánchez Azofeifa. Universidad de Alberta-Canadá

Asistente:

Rebeca Bolaños-Cerdas

Editorial:

Editorial de la Universidad Nacional de Costa Rica (EUNA)





Indicadores de gestión ambiental: Instrumento para medir la calidad ambiental de la Universidad Nacional de Costa Rica

Environmental Management Indicators: Instrument to Measure the Environmental Quality of the Universidad Nacional de Costa Rica

Fabián Chavarría-Solera^a, Noelia Garita-Sánchez^b, Rebeca Gamboa-Venegas^c

[Recibido: 04 de mayo 2015; Aceptado: 13 de Octubre 2015; Corregido: 23 noviembre 2015; Publicado: 29 de febrero 2016]

Resumen

En el presente estudio se cuantificaron y sistematizaron cuatro indicadores ambientales concernientes al quehacer diario de la Universidad Nacional de Costa Rica. Se estableció la línea base en el año 2011 y a partir de esta se plantearon y ejecutaron medidas ambientales para alcanzar los objetivos y metas propuestas para prevenir, reducir, restaurar o compensar el impacto ambiental negativo que está ocurriendo. Específicamente, el objetivo de este estudio fue verificar el comportamiento de la demanda institucional de energía eléctrica, agua, combustible fósil y papel para el periodo 2011-2014 y así determinar si las acciones de mejora implementadas resultaron efectivas. Los datos mensuales utilizados en el análisis fueron suministrados por múltiples actores internos y externos para cada campus, recinto y estación, posteriormente se sumaron para obtener valores totales anuales; estos valores se dividieron por la población universitaria para obtener también indicadores per cápita. El principal resultado es que a nivel per cápita se continúa disminuyendo anualmente la cantidad de estos recursos consumidos en la institución. Los resultados obtenidos parecen ser un reflejo de mejoras en la implementación de políticas y acciones, que integran a la totalidad de la población universitaria –personal funcionario y estudiantes–, encaminadas hacia un desarrollo sustentable en la institución.

Palabras claves: Aspecto ambiental, gestión ambiental, indicador ambiental, métrica.

Abstract

In the present study, four environmental indicators relating to the daily work at the Universidad Nacional de Costa Rica (National University of Costa Rica) were quantified and systematized. A baseline was established in 2011 and from it environmental measures were raised and carried out to achieve the objectives and goals to prevent, reduce, restore or compensate the negative environmental impact that is happening. Specifically, the objective of this study was to verify the behavior of the institutional demand for electrical power, water, fossil fuel and paper for the period 2011-2014 and determine if the improvement actions implemented were effective. Monthly data used in the analysis were supplied by multiple internal and external stakeholders of each Campus, Facility and Station; then added up to obtain annual total values. These values were divided by the university population also to obtain per capita indicators. The main result is that each year at per capita level, the amount of these resources consumed by the institution continually decreases. The results seem to be a reflection of improvements in the implementation of policies and actions that integrate the entire university population - staff and students - directed towards a sustainable development in the institution.

Keywords: Environmental aspect, environmental management, environmental indicator, metric.

^a Químico, coordinador del *Módulo de Control Ambiental* y del Programa de Gestión Ambiental Institucional de la Universidad Nacional de Costa Rica (UNA). Programa UNA-Campus Sostenible; fabian.chavarría.solera@una.cr.

^b Bióloga, coordinadora del Programa UNA-Campus Sostenible; noelia.garita.sanchez@una.cr.

^c Estudiante de economía y asistente del Programa UNA-Campus Sostenible; rebe.gamb07@gmail.com



1. Introducción

En agosto del 2007 se publica en el diario oficial La Gaceta el decreto N.º 33889, establecido por el Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE) junto con la presidencia de la República de Costa Rica, con el objetivo de que las instituciones públicas implementen un plan de gestión ambiental definido como:

Un documento técnico, por medio del cual se identifican los impactos ambientales que caracterizan la ejecución de la actividad productiva en el área del proyecto en el que se desenvuelve. Incluye además, la identificación de los aspectos e impactos ambientales, la valoración de esos impactos, las medidas ambientales destinadas a la prevención, corrección, restauración y compensación de aquellos calificados como negativos, el marco jurídico que los regula, los objetivos y metas para la atención de las medidas, los responsables y plazos de su ejecución y los compromisos ambientales para cada uno de los impactos identificados. (La Gaceta, 2007, p. 3)

A partir del año 2003, en la Universidad Nacional de Costa Rica (UNA) se establece una Política Ambiental (UNA-Gaceta 7-2003), y en el año 2008 se elabora un Plan de Gestión Ambiental, para luego, en el año 2012, aplicar la metodología según lo establece el Decreto Ejecutivo N.º 36499-S-MINAET (Gaceta, 2011) sobre el reglamento para la elaboración de programas de gestión ambiental institucional en el sector público de Costa Rica, también denominados PGAI.

En ese sentido, desde el año 2008, la UNA viene realizando esfuerzos por impulsar el fortalecimiento de la cultura ambiental desde la generación de conocimiento, y la promoción de actividades estudiantiles, académicas y administrativas con el fin de avanzar hacia la sustentabilidad de los campus universitarios. Con el lema “predicar con el ejemplo”, desde hace cinco años la institución ha implementado estos PGAI con el fin de cumplir, gradualmente, con la legislación ambiental y realizar acciones en materia de gestión ambiental tales como cambio climático, eficiencia energética y compras sustentables.

Los PGAI se fundamentan en los principios metodológicos de un Sistema de Gestión Ambiental orientado a la mejora continua y se caracteriza por ser un proceso cíclico de planificación, implementación, revisión y mejora de los procedimientos y acciones institucionales con el fin de garantizar el cumplimiento de los objetivos ambientales (Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones [MINAET] y Ministerio de Salud [MS], 2011). La implementación del PGAI se realiza a partir de la detección de aspectos ambientales de alta significancia que producen impactos ambientales negativos y que deben ser prevenidos, reducidos, restaurados o compensados. Para alcanzar objetivos y metas ambientales se ejecutan medidas como: acciones técnicas de adquisición y cambio a nuevas tecnologías amigables con el ambiente, campañas de ahorro, la educación y sensibilización ambiental. En ese sentido, según se estipula en los lineamientos del MINAET y el MS (2011), las acciones están enmarcadas en tres ejes transversales: capacitación y comunicación, adquisición de bienes y transferencia tecnológica y métrica.



En el marco de los sistemas de gestión ambiental institucional, el objetivo de la métrica es disponer de un conjunto de indicadores medibles, confiables y verificables que permitan el establecimiento de una línea base en todos los sectores, con el fin de poder evaluar la efectividad de las acciones implementadas y conocer la situación ambiental institucional. En este sentido, los indicadores ambientales se utilizan para demostrar la mejora continua del comportamiento ambiental, mediante resultados medibles de evolución, centrándose en el lema de “medir para mejorar” (Ihobe, 2009). Según indica la WWF (2005), los indicadores son instrumentos destinados a simplificar, medir y comunicar eventos complejos o tendencias. En la UNA estos indicadores se utilizan desde el 2009 como herramientas de verificación necesarias para el análisis, evaluación y seguimiento del comportamiento y control ambiental de la institución de una manera cuantificable y exhaustiva (García, 2009). En otras palabras, se cuantifica información relacionada con los objetivos y metas propuestas, de forma que evidencien el desempeño ambiental de la institución y el progreso en el cumplimiento de sus metas (MINAET y MS, 2011).

El consumo de servicios públicos (agua y energía eléctrica), así como los recursos institucionales (papel y combustible) de forma anual total o per cápita, son algunos de los indicadores ambientales contemplados en los programas de gestión ambiental institucional y permiten determinar el comportamiento ambiental de la población universitaria y el grado de avance de las medidas o acciones ambientales previamente establecidas. De manera adicional, permiten medir la eficacia en las actividades de capacitación y las campañas de ahorro que pretenden sensibilizar el uso responsable de recursos (Comisión Institucional PGAI-UNA, 2013).

El desarrollo de todas estas medidas y acciones son componentes estratégicos contemplados en los programas de gestión ambiental institucional. Por ejemplo, la gestión de la calidad ambiental tiene como fin la prevención, mitigación, restauración o compensación de los impactos ambientales propios del quehacer de la institución, lo cual mejora el desempeño y la conciencia ambiental. Otro ejemplo es la gestión de la energía, la cual, MINAET y MS (2011) consideran medidas ambientales para asegurar la utilización más eficiente de los recursos energéticos en beneficio de un aprovisionamiento de demanda futura. Incluye temas de eficiencia energética y ahorro de energía, ya sea electricidad o combustible.

Específicamente, el objetivo de este estudio fue verificar el comportamiento de la demanda institucional de energía eléctrica, agua, combustible fósil y papel en el periodo 2011-2014 para determinar si las acciones de mejora implementadas resultaron efectivas. Estos resultados permiten una toma de decisiones más informada por parte de instancias institucionales encargadas de la gestión ambiental tales como: el Programa UNA-Campus Sostenible, la de PGAI, o autoridades superiores de la Universidad, permitiendo acelerar la gestión integral de los recursos naturales por parte de la institución.

2. Metodología

Partiendo del año base 2011 hasta el 2014, se analizan los registros de gasto anual que tiene la institución en energía eléctrica, agua, combustible diesel y papel. En el estudio se contempló toda la Universidad que incluye tres sedes: Central (Campus Omar Dengo y Benjamín Núñez), Brunca (Campus Coto y Pérez Zeledón), Chorotega (Campus Liberia y Nicoya); el Recinto



(Sarapiquí) y cuatro estaciones: (Estación Nacional de Ciencias Marino Costeras (ECMAR), Estación de Biología Marina (EBM), Estación 28 Millas y Estación Río Macho), la oficina de Golfito y la finca experimental Santa Lucía.

La sistematización del sistema de indicadores se elaboró en una hoja de cálculo de Microsoft Excel; para la obtención de estos se realizó la tabulación de datos de consumo en las hojas de registro elaboradas por la Dirección de Gestión de la Calidad Ambiental (DIGECA, 2014). La recopilación de la información se llevó a cabo gracias a los datos suministrados por múltiples actores, tanto internos como externos. Entre los actores internos de la UNA se contó con la integración de una comisión PGAI (**Figura 1**).



Figura 1. Comisión Programa de Gestión Ambiental Institucional de la UNA.

Los documentos de la Comisión que se revisaron fueron:

- Manejo de registro estadístico de consumos en los años 2011-2014 (Programa UNA-Campus Sostenible, 2011-2014).
- Datos de facturación de medidores de luz, agua, combustibles y teléfono de la UNA 2011-2014 (Programa de Gestión Financiera [PGF], 2011-2014).
- Cantidad de proyectos de investigación en temas ambientales y cantidad de estudiantes regulares y pasantes de la institución. Área de Planificación Económica (APEUNA, 2011-2014).



- Mejoras e instalación en equipos eficientes de ahorro de recursos de energía eléctrica y agua (Programa Desarrollo y Mantenimiento de Infraestructura Institucional [PRODEMI], 2011-2014).
- Reporte de la demanda institucional de papel y adquisición de compras sustentables en los carteles de licitación (Proveeduría Institucional, 2011-2014).
- Datos de vehículos, giras, gasto de combustibles de la UNA 2011-2014 (Sección de Transportes, 2011-2014).
- Noticias ambientales de la Universidad Nacional en los medios de comunicación institucionales y nacionales (Oficina de Comunicación, 2011-2014).

También se recibió la colaboración de actores externos, los cuales suministraron la siguiente información para el sistema de indicadores:

- Historial de consumo de la UNA en medidores de agua y luz. Facturación mensual por medidor 2011-2014 (Empresa de Servicios Públicos de Heredia [ESPH], 2011-2014).
- Historial de consumo de la UNA en medidores de luz 2011-2014 (Instituto Costarricense de Electricidad [ICE], 2011-2014).
- Historial de consumo de la UNA en medidores de luz. Facturación mensual por medidor 2011-2014 (Compañía Nacional de Fuerza y Luz [CNFL], 2011-2014).
- Historial de consumo de la UNA en medidores de agua. Facturación mensual por medidor 2011-2014 (Instituto Nacional de Acueductos y Alcantarillados [AyA], 2011-2014).
- Historial de consumo de la UNA en medidores de luz. - Facturación mensual por medidor 2011-2014 (Coopeguanacaste, 2011- 2014).
- Historial de consumo de la UNA en medidores de agua. -Facturación mensual por medidor 2011-2014 (ASADA Sarapiquí, 2011-2014).
- Historial de consumo de la UNA en medidores de agua. -Facturación mensual por medidor 2011-2014 (Acueducto Golfito, 2011-2014).

Aspectos ambientales

La Universidad Nacional es una institución de educación superior que ha identificado los aspectos ambientales de cada una de sus actividades, según su escala de impacto y prioridad (**Figura 2**). En la siguiente sección se explica el proceso metodológico llevado a cabo para estimar y analizar cada uno de los aspectos ambientales.

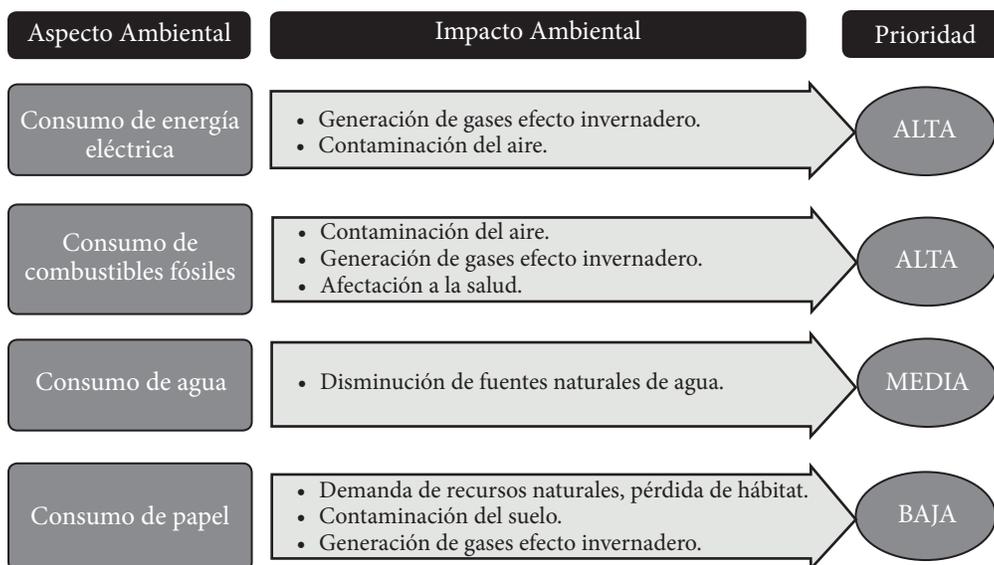


Figura 2. Aspectos ambientales, su impacto en el ambiente y su prioridad.

2.1.1 Energía eléctrica

Mediante el pago de los recibos del servicio de energía eléctrica por parte del Programa de Gestión Financiera (PGF) de la UNA se actualizó el listado de los números de contrato de medidores que existen en la Institución. Se compararon los medidores que se tenían registrados con los suministrados por el PGF, se incorporaron más medidores debido a la construcción de nueva infraestructura, así como se eliminaron los que ya no estaban siendo pagados por concepto de desactivación (alquileres o desuso). Con este registro actualizado se solicitaron, a los diferentes proveedores del servicio, los registros de consumo mensuales: *ESPH (2011-2014)*, *ICE (2011-2014)*, *CNFL (2011-2014)* y *Coopeguanacaste (2011-2014)*. Los datos mensuales suministrados se segregaron para cada campus, recinto y estación de la UNA. Posteriormente, se sumaron para obtener el dato en kilovatios hora (kWh) al año y se elaboró el gráfico de comparativo anual del indicador. Para los cálculos per cápita se solicitaron los datos de la población universitaria (estudiantes y personal funcionario), aportados por el Departamento de Registro y Recursos Humanos, con lo cual se obtuvo el indicador de kWh por persona. El cálculo de demanda de energía eléctrica se realizó con la siguiente ecuación:

$$KWh_{Anual} = (kWh_m + kWh_m + \dots)_{Campus} + (kWh_m + kWh_m + \dots)_{Estaciones} \quad (1)$$

Donde:

KWh_{Anual} : Kilowatts hora de energía eléctrica consumida al año.

kWh_m : Kilowatts hora de energía eléctrica consumida al mes para todos los campus y estaciones experimentales.



2.1.2 Agua

Con la ayuda del PGF de la UNA también se actualizó el listado de los números de contrato de medidores de agua que existen en la Universidad, lo anterior sobre el pago de los recibos de este servicio. Se compararon los medidores que se tenían registrados con los suministrados por el PGF, incorporando más medidores debido a la construcción de nueva infraestructura, así como eliminando los que ya no estaban siendo pagados por concepto de desactivación (alquileres o desuso). Con esta información actualizada se solicitaron los registros de consumo mensuales a los diferentes proveedores del servicio: **ESPH (2011-2014)**, **AyA (2011-2014)**, **ASADA Sarapiquí (2011-2014)** y **Acueducto Golfito (2011-2014)**. Los datos mensuales suministrados se segregaron por cada campus, recinto y estación de la UNA. Posteriormente se sumaron para obtener el dato anual en metros cúbicos (m^3) y se elaboró el gráfico de comparativo anual del indicador. Para los cálculos per cápita se solicitaron los datos de población universitaria (estudiantes y personas funcionarias), aportados por el Departamento de Registro y Recursos Humanos, con lo que se obtuvo el indicador de m^3 por persona. El cálculo de la cantidad de agua consumida se realizó mediante la siguiente ecuación:

$$m^3_{\text{Anual}} = (m^3_m + m^3_m + \dots)_{\text{Campus}} + (m^3_m + m^3_m + \dots)_{\text{Estaciones}} \quad (2)$$

Donde:

m^3_{Anual} : Metros cúbicos de agua consumida al año.

m^3_m : Metros cúbicos de agua consumida al mes para todos los campus y estaciones experimentales.

2.1.3 Combustible fósil

Para la cuantificación del consumo de combustible fósil se contemplaron los automotores como fuentes móviles, los cuales se estandarizaron a diesel, por considerar que el 90% de la flota vehicular utiliza este combustible y, además, supera el 95% del consumo total de combustibles. Dentro del cálculo también se contemplaron las fuentes fijas que corresponden a las plantas eléctricas. La información sobre este aspecto ambiental se solicitó a la **Sección de Transportes (2011-2014)**, la cual facilitó los datos de gasto mensual en colones de todas las instancias de la UNA que poseen vehículos y realizaron giras. Para obtener los litros (L) consumidos por mes, se dividió el dato del importe pagado por el precio del combustible al mes de la compra, según el registro histórico de precios por litro de combustible de la Refinería Costarricense de Petróleo (**RECOPE, 2011-2014**). Los datos resultantes se segregaron por mes para cada campus, recinto y estación de la UNA. Posteriormente se sumaron para obtener el dato anual en litros y se elaboró el gráfico de comparativo anual del indicador. El cálculo de la cantidad de litros de combustible (L_c) consumidos se realizó con la siguiente ecuación:



$$Lc_{\text{Anual}} = (Ic_m/Pc_m + Ic_m/Pc_m + \dots)_{\text{Campus}} + (Ic_m/Pc_m + Ic_m/Pc_m + \dots)_{\text{Estaciones}} \quad (3)$$

Donde:

Lc_{Anual} : Litros de combustible consumidos al año.

Ic_m : Importe pagado por el combustible consumido al mes para todos los campus y estaciones experimentales.

Pc_m : Precio del litro de combustible al mes de la compra.

2.1.4 Papel

En lo que respecta al papel que se consume en la Institución, se obtuvieron los datos con la ayuda de la [Proveeduría Institucional \(2011-2014\)](#). De la base de datos de compras realizadas durante todo el año se buscó la información correspondiente a los tipos de papel suministrados en resmas, las cuales fueron compradas por las diferentes instancias y departamentos. Los datos se segregaron por mes para cada campus, recinto y estación de la UNA. Posteriormente se sumaron para obtener el dato anual y se elaboró el gráfico de comparativo anual del indicador. El cálculo de la cantidad de resmas de papel consumido se realizó con la siguiente ecuación:

$$Cp_{\text{Anual}} = (Cp_m + Cp_m + \dots)_{\text{Campus}} + (Cp_m + Cp_m + \dots)_{\text{Estaciones}} \quad (4)$$

Donde:

Cp_{Anual} : Cantidad de resmas de papel consumidos al año.

Cp_m : Cantidad de resmas de papel consumidas al mes para todos los campus y estaciones experimentales.

Con cada uno de los aspectos ambientales se realizó una regresión o ajuste lineal tomando como eje X el año y como el eje Y, los resultados per cápita. Se obtuvo la ecuación de la recta y el R^2 para cada uno de los aspectos mediante la aplicación Microsoft Office Excel 2010. De esta forma se pudo predecir para el año 2015 la cantidad del recurso que se consumirá por cada persona en la Institución y el posible porcentaje de ahorro que representaría.

3. Resultados y discusión

En el **cuadro 1** se muestran los resultados generales para todos los aspectos ambientales analizados en este estudio. Aquí se presentan los diferentes indicadores para los cuatro años en análisis y se incluye, en otros: medidores, y mediciones mensuales, anuales y per cápita. Luego se presenta la **figura 3**, que permite visualizar la regresión lineal de los cuatro indicadores ambientales per cápita tomando en cuenta los resultados para los años 2011-2014. Esta información muestra, de manera general, que el consumo varía según el aspecto ambiental; pero, a nivel per cápita, este tiende a la disminución.



Cuadro 1. Indicadores de los principales aspectos ambientales para los años 2011-2014.

Aspecto ambiental	Indicadores	Año				Unidades
		2011	2012	2013	2014	
Energía eléctrica	Medidores	143	150	152	147	Unidades
	Anual	6 601 561	6 818 915	6 594 219	7 472 720	kWh/año
	Mensual	550 130	568 243	549 518	622 727	kWh/mes
	Anual per cápita	337	330	306	300	kWh/año/pers
	Mensual per cápita	28	27	25	25	kWh/mes/pers
	Diario per cápita	0,92	0,90	0,84	0,82	kWh/día/pers
	Monto	439 905 962	473 006 720	309 341 002	682 381 950	Colones (¢)
Agua	Medidores	73	78	85	74	Unidades
	Anual	338 450	329 262	261 095	226 638	m ³ /año
	Mensual	28 204	27 439	21 758	18 887	m ³ /mes
	Anual per cápita	17	16	12	9	m ³ /año/pers
	Mensual per cápita	1,44	1,33	1,01	0,76	m ³ /mes/pers
	Diario per cápita	47	44	33	25	L/día/pers
	Monto	133 431 472	165 579 281	160 976 903	217 718 935	Colones (¢)
Combustible (diesel)	Cantidad vehículos	204	204	218	229	Unidades
	Anual	332 561	317 936	310 906	311 603	L/año
	Mensual	27 713	26 495	25 909	25 967	L/mes
	Anual per cápita	17	15	14	13	L/año/pers
	Mensual per cápita	1,41	1,28	1,20	1,04	L/mes/pers
	Monto	199 404 898	199 655 336	197 789 154	205 286 159	Colones (¢)
Papel	Anual	19 652	16 240	15 629	12 226	Resmas/año
	Mensual	1 638	1 353	1 302	1 019	Resmas/mes
	*Anual per cápita	5,58	4,57	4,37	3,44	Resmas/año/pers
	*Mensual per cápita	0,47	0,38	0,36	0,29	Resmas/mes/pers
	*Diario per cápita	7,65	6,25	5,98	4,72	Hojas/día/pers
	Población universitaria	19603	20683	21574	24898	Funcionarios/as + estudiantes
	* Población universitaria	3521	3557	3580	3549	Funcionarios/as

Nota: * Para el cálculo per cápita solo se contempló como población universitaria a funcionarios y funcionarias.

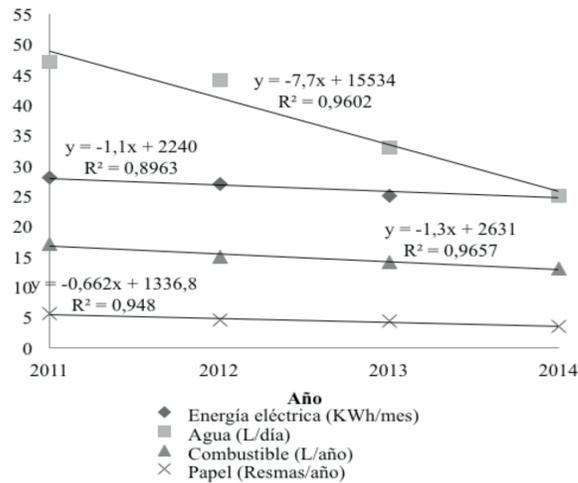


Figura 3. Regresión lineal de los cuatro indicadores ambientales per cápita para los años 2011-2014.

Seguidamente se muestran y discuten los datos específicos para cada uno los aspectos ambientales.

3.1 Energía eléctrica

El consumo de energía eléctrica de la Universidad Nacional (UNA) ha experimentado un comportamiento de incremento desde el año 2011. En este año fue de 6 601 561 kWh y ascendió hasta los 6 818 915 kWh en el 2012. Aunque para el 2013 se suscitó una disminución de un 3% al presentar un total de 6 594 219 kWh, se vuelve a dar un aumento de un 12% que correspondió a los 7 472 720 kWh en el año 2014 (**Figura 4**).

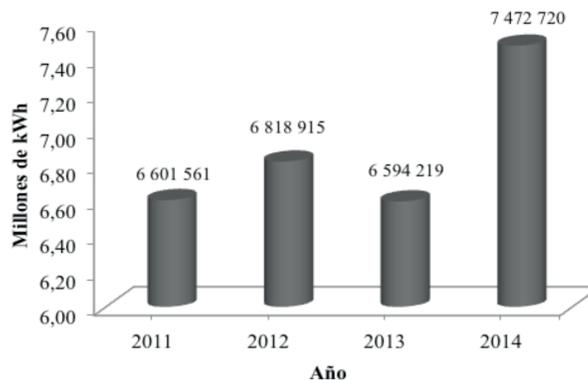


Figura 4. Demanda de energía eléctrica (kWh/año) de la UNA para los años 2011-2014.



El incremento de consumo en el 2014 puede deberse a varios factores. En primer lugar, un incremento en la población universitaria en un 13%, la cual pasó de 21 574 a 24 898 personas en las que se contempla a funcionarios y funcionarias, estudiantes regulares y estudiantes de cursos libres de todas las instancias de la UNA. Otro factor importante es el aumento en los medidores por concepto de alquileres para centros de trabajo de la Universidad. Por su parte, cada año se adquieren más y nuevos equipos consumidores de energía eléctrica, muchos de estos para equipar laboratorios. Adicionalmente, existe una falta de sensibilización y concientización de algunas personas sobre prácticas de utilización tanto de luminarias como de aires acondicionados (temperaturas de uso por debajo de 23 °C) y de equipos que quedan encendidos innecesariamente en tiempos de ocio. Por último, se evidencia un aumento en la infraestructura de la UNA con la construcción de nuevos edificios y la activación de más medidores de energía eléctrica. Durante el año 2012 estuvo en construcción nueva infraestructura como por ejemplo el edificio de informática en el Campus Benjamín Núñez, el cual ya está en funcionamiento y representa un 6 % del total de kWh al año de la Institución.

En cuanto a las medidas ambientales implementadas, se pueden mencionar el lanzamiento de la campaña “Únase al ahorro: cada acción cuenta” iniciada en el 2012, cuyo objetivo fue sensibilizar a la comunidad universitaria acerca de la necesidad de disminuir, mediante el uso responsable, el gasto de agua, energía eléctrica y otros recursos, con el fin de ahorrar recursos naturales e institucionales, necesarios para la supervivencia de las presentes y futuras generaciones (Comisión Institucional PGAI-UNA, 2012). Como parte de esta campaña se incorporaron tecnologías eficientes como el cambio de luminarias en el Centro de Investigación y Docencia en Educación (CIDE) sustituyéndose las luminarias del primer y segundo nivel, con un costo de inversión de ₡2 553 580. Se están cambiando en toda la UNA los balastos convencionales por balastos electrónicos, así como se está pasando de fluorescentes T12 a T8, los cuales tienen un menor consumo. En cuanto a aires acondicionados se están comprando y reemplazando por nuevos equipos de eficiencia SEER 16 y con compresor de tecnología INVERTER con eficiencia energética alta y de suave arranque, sin picos de corriente. Se instalaron 50 paneles solares en el campus Liberia con medidor especial para informar cuanta energía se está inyectando a la red; este es un proyecto en convenio con el ICE (Programa Desarrollo y Mantenimiento de Infraestructura Institucional [PRODEMI], 2011-2014). Otras acciones implementadas son la colaboración de las comisiones ambientales por facultades y campus de la UNA, los programas Bandera Azul Ecológica (BAE) y las capacitaciones, talleres, seminarios y ferias realizadas por el programa UNA-Campus Sostenible.

En cuanto al indicador per cápita, se obtuvo un total de 28 kWh/mes/persona para el año 2011, posteriormente disminuyó a 27 kWh/mes/persona en el año 2012 y, por último, a 25 kWh/mes/persona para los años 2013 y 2014 (Cuadro 1). Debido a que se observó una tendencia lineal hacia la disminución en estos datos, se realizó una regresión lineal para obtener la ecuación de la recta $y = -1,1x + 2\ 240$ ($R^2 = 0,8963$) (Figura 3). Sustituyendo el año en “x”, se pudo predecir que para el año 2015 se espera que el gasto de energía eléctrica por persona sea de 24 kWh/mes, lo que representaría una disminución del 6% con respecto al año 2014. Lo anterior es muy positivo, debido a que la cantidad de kWh/mes que están consumiendo los funcionarios y



estudiantes en la UNA es cada año menor, a pesar de que se está creciendo en infraestructura con la construcción de nuevos edificios. Además, demuestra que las medidas ambientales que se han venido implementando en la Institución están teniendo buen resultado para el ahorro del recurso energético.

Según datos de la [Compañía Nacional de Fuerza y Luz \(2011-2014\)](#), una persona consume en promedio 80 kWh/mes. Al comparar este dato con el resultado obtenido per cápita por mes de la UNA, se puede determinar que este último es un tercio del que se presenta en los hogares. En este aspecto es importante indicar que para el cálculo se contemplan como población universitaria tanto funcionarios como estudiantes. Los funcionarios están aproximadamente 8 horas presenciales, pero en diferentes turnos (al menos dos); mientras que la población estudiantil está presente en los campus en tiempos reducidos, a excepción de las residencias estudiantiles, donde se presentan hábitos de consumo domiciliarios.

3.2 Agua

En la UNA se ha venido presentando una disminución en los metros cúbicos (m³) anuales consumidos por toda la institución (**Figura 5**). En el año 2011 fue de 338 450 m³/año y disminuyó en un 3% en el 2012 para un total de 329 262 m³/año. Se cumplió, así, en un 100% con la meta propuesta de reducción neta del gasto de agua de un 3% entre el 2011 y el 2012. Para el año 2013 el total anual de agua consumida fue de 261 095 m³/año, con una disminución de un 21% con respecto al año 2012. Durante el 2014 se consumieron en la institución un total de 226 638 m³, lo que representó un 13% de ahorro en comparación con el 2013.

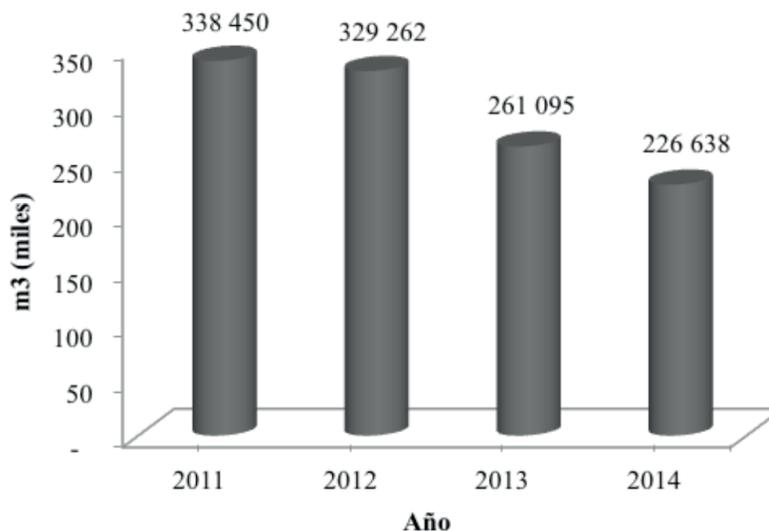


Figura 5. Consumo de agua (m³/año) en la UNA para los años 2011-2014.



Esta considerable disminución anual, quizás atípica, fue verificada con varias instancias (AyA, ESPH, y Programa de Gestión Financiera-UNA), particularmente porque ha habido un incremento de un 13% en la población universitaria entre el 2013 y el 2014 y, además, porque se incrementó la cantidad de medidores activados debido a nuevas infraestructuras de los campus, así como por concepto de alquileres.

Es importante destacar el accionar del programa UNA Campus Sostenible con el lanzamiento y seguimiento del “Plan Institucional de Ahorro de Agua y Electricidad”, campaña “Únase al ahorro, cada acción cuenta”. Entre las muchas actividades realizadas en esta campaña está la utilización de pegatinas informativas y de aviso en partes estratégicas para el correcto uso y ahorro de agua y energía; esta iniciativa junto con las constantes capacitaciones pretendieron mejorar las prácticas usuales a la hora de utilizar los recursos, al poderse dar un cambio de cultura (Comisión Institucional PGAI-UNA, 2011-2014). Otros esfuerzos importantes a mencionar para el éxito en la reducción del gasto de agua son el mantenimiento de las tuberías y tanques de almacenamiento de agua y el aprovechamiento de las aguas de las plantas de tratamiento para riego de áreas verdes en la época seca (enero-abril), por medio de la utilización de sistemas re-utilizadores, reparación de fugas, además de la adquisición e instalación de nuevos dispositivos y tecnologías más eficientes de ahorro de agua, como los mingitorios libres de agua que, según indicaciones del proveedor, ahorran 151 000 litros de agua potable al año. En total se instalaron 27 unidades en varios departamentos de la UNA: Escuela de Ciencias Biológicas, servicio de alimentación de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Escuela de Química, Facultad de Tierra y Mar y en el servicio de alimentación de esta Facultad, Centro de Investigación y Docencia en Educación (CIDE), edificio de la Rectoría, programa Desarrollo y Mantenimiento de Infraestructura Institucional (PRODEMI) y Facultad de Ciencias Sociales, con un costo de inversión de \$4 645 000 (Comisión Institucional PGAI-UNA, 2011).

En cuanto al indicador de agua per cápita calculado, los datos se presentan en el **cuadro 1**. En el año 2011 fue de 47 L/día/persona, descendió a 44 L/día/persona en el 2012, disminuyó en el 2013 a 33 L/día/persona y, aún más, en el 2014 a 25 L/día por persona. Debido a que se observó una tendencia lineal hacia la disminución en estos datos, se realizó una regresión lineal para obtener la ecuación de la recta $y = -7,7x + 15\ 534$ ($R^2 = 0,9602$) (**Figura 3**). Sustituyendo el año en “x”, se pudo predecir que para el 2015 se espera que el gasto de agua por persona sea de 19L/día, lo que representaría una disminución del 26% con respecto al año 2014. Esta tendencia a la reducción, cada año, de los litros de agua al día que consume una persona en la institución constituye un indicador positivo para este aspecto ambiental, el cual demuestra que se están teniendo buenos resultados con las acciones implementadas para ahorrar este recurso tan importante para la subsistencia de las presentes y futuras generaciones.

Según el Departamento de Medición y Grandes Clientes del AyA (2011-2014), el promedio diario de consumo por persona es de 200 L/día, con lo que cabe recalcar que el gasto diario de una persona en la UNA es un poco menos de la cuarta parte de este valor y no supera los 37 litros diarios al promediar los cuatro años contemplados en el estudio.



3.3 Combustible fósil

En el consumo de combustible fósil se contemplaron las fuentes móviles, esto es, los automotores, los cuales se estandarizaron a diesel, ya que el 90% de los vehículos institucionales, utilizados en giras académicas, de investigación y extensión, son de diesel. Dentro del cálculo también se contemplaron las fuentes fijas que corresponden a las plantas eléctricas utilizadas para emergencias cuando no hay fluido de energía eléctrica en los edificios. En la **figura 6** se expresa, en litros, el comportamiento de este indicador ambiental para los últimos cuatro años. En el 2011 se consumieron 332 561 L; bajó en el 2012 a 317 936, lo que representó un ahorro de un 4%. Posteriormente, en el 2013, se obtuvo un ahorro de un 2% al llegar a un valor total para toda la institución de 310 906 L (Comisión Institucional PGAI-UNA, 2011-2014). La meta de ahorro propuesta por año es de un 3%, con lo cual se cumplió con más del 100% entre los años 2011-2012, mientras que para el periodo 2012-2013 solo se alcanzó un 66% de esta meta. Durante el 2014 este indicador se mantuvo relativamente constante al presentar un total de 311 603 L consumidos, lo que representa solo un 0,2% de aumento con respecto al año 2013; esto, a pesar de que se creció aumentó la flota vehicular de 218 a 229 unidades, según información de la Sección de Transportes (2011-2014) (Cuadro 1).

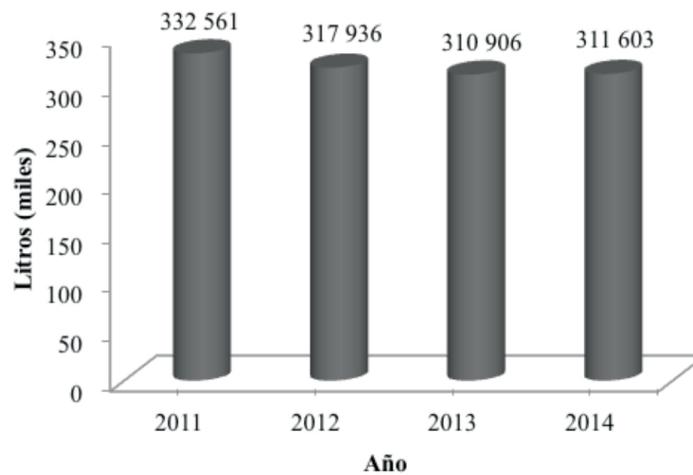


Figura 6. Gasto de combustible (L/año) de la UNA para los años 2011-2014.

Esta disminución y posterior constancia en los litros de diesel consumidos puede deberse a la sistematización e implementación de un sistema informático con el que se mejoró la eficiencia para la solicitud de giras utilizadas para la investigación y academia, además de la sensibilización y las capacitaciones sobre manejo eficiente para mejorar las buenas prácticas de conducción, el mantenimiento correctivo y preventivo de los vehículos institucionales a través de la Comisión de Eficiencia de Consumo de Recursos Institucionales de la Vicerrectoría de Desarrollo. Por otra parte, una de las nuevas medidas implementada a partir del 2014 fue la adquisición e instalación



de un sofisticado sistema de GPS en algunos vehículos de la flotilla institucional, lo que permitió una mejor y adecuada gestión para el ahorro del combustible.

En lo que respecta al indicador de consumo de combustible per cápita, se obtuvo un total de 17 L/año/persona en el 2011, posteriormente para el 2012 se disminuyó a 15 L/año/persona y siguió disminuyendo hasta los 14 L/año/persona y 13 L/año/persona en 2013 y 2014 respectivamente (**Cuadro 1**). Debido a que se observó una tendencia lineal de reducción anual en estos datos, se realizó una regresión lineal para obtener la ecuación de la recta $y = -1,3x + 2\ 631$ ($R^2 = 0,9657$) (**Figura 3**). Sustituyendo el año en “x” se pudo predecir que para el 2015 se espera que el consumo de combustible por persona sea de 12 L, lo que representaría una disminución del 12% con respecto al 2014. Estos resultados, en este indicador, a nivel per cápita reafirman la constante disminución que se ha venido presentado durante estos cuatro años de estudio en este aspecto ambiental, a pesar de que se ha aumentado cada año en la flota vehicular como se indicó anteriormente. Esta disminución en la cantidad de combustible consumida al año demuestra que se están teniendo buenos resultados con las acciones implementadas para ahorrar este recurso. Ello disminuye las emisiones de gases de efecto invernadero y, por consiguiente, la huella de carbono de la población universitaria. No obstante, se debe continuar con las capacitaciones por parte del Programa UNA Campus Sostenible en coordinación con la Vicerrectoría de Desarrollo, con la campaña “Únase al ahorro”, además de gestionar cursos de eficiencia en la conducción para los choferes de la Sección de Transportes. Todas estas medidas realizadas son para asegurar la utilización más eficiente de este insumo, en beneficio de un aprovisionamiento de demandas futuras.

3.4 Papel

El papel utilizado en la Universidad ha experimentado una reducción durante los últimos cuatro años analizados (**Figura 7**). Es importante indicar que se están incluyendo 22 tipos de papel en presentación de resmas suministrados por el proveedor. En el año 2011 se consumieron, en toda la institución, un total de 19 652 resmas, que disminuyeron en el 2012 en un 16%. Para el año 2013 se utilizaron un total de 15 629 resmas, con una reducción de un 5% con respecto al 2012. Posteriormente, en el 2014, se consumieron 12 226 resmas, lo que representa un 22% de disminución de este insumo con respecto al año 2013 (**Comisión Institucional PGAI-UNA, 2011-2014**). Como medidas implementadas para la reducción están la conformación de la Comisión de eficiencia de consumo de recursos institucionales de la Vicerrectoría de Desarrollo, la elaboración de una oferta de capacitación por parte del Programa UNA Campus Sostenible y la utilización de la Firma Digital del ICE con la aplicación de “MER Link” en áreas claves de la Universidad como en la Proveeduría Institucional y en la Asesoría Jurídica. Como nuevas medidas, se le está dando continuidad a la campaña “Únase al ahorro” incorporando el tema de ahorro de papel 2014-2015, así como la iniciativa para establecer lineamientos para la reducción del uso de papel. Además, cabe mencionar que instancias, como el PFG, están implementando estrategias para el ahorro de papel.

Analizando la demanda de papel a nivel per cápita, en el **cuadro 1** se pueden apreciar los resultados para este indicador. En el año 2011 se dio una demanda de papel por parte de los funcionarios de 5,58 resmas/año/persona, disminuyendo a 4,57 y 4,37 resmas/año/persona para



los años 2012 y 2013 respectivamente. Para el 2014 se redujo aún más la demanda, llegando a un valor de 3,44 resmas/año/persona. Con estos resultados se realizó una regresión lineal para obtener la ecuación de la recta $y = -0,662x + 1\,336,8$ ($R^2 = 0,948$) (Figura 3). Sustituyendo el año en “x”, se pudo predecir que para el 2015 se espera que las resmas de papel consumidas por persona sean de 2,87 resmas/año/persona, lo que representaría una disminución del 17% con respecto al año 2014.

Estos resultados obtenidos a nivel per cápita demuestran que cada vez más se ha dejado de utilizar este insumo y se ha sustituido por el uso de los medios digitales para flujo de información a lo interno de la institución, así como la impresión de documentos de una manera eficiente al imprimir por ambos lados o la reutilización de hojas. Cabe indicar que para el cálculo de este indicador ambiental solo se contempló la cantidad total de funcionarios de la Universidad, ya que son los que hacen uso de este recurso institucional.

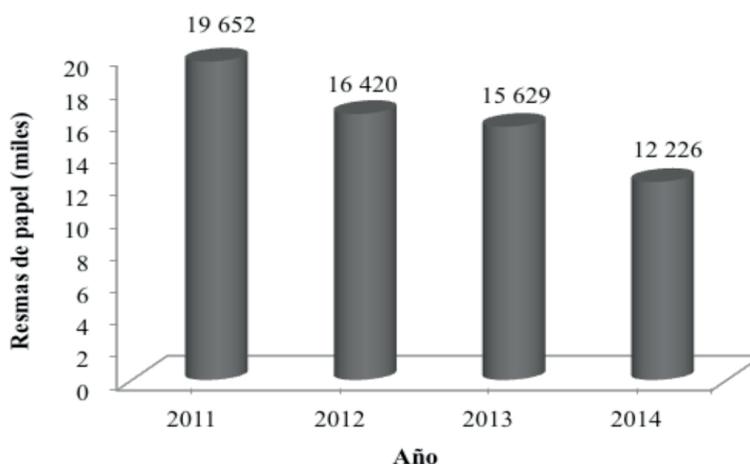


Figura 7. Consumo de papel (resmas/año) de la UNA para los años 2011-2014.

4. Conclusiones

La implementación de los Programas de Gestión Ambiental Institucional ha permitido continuar con el compromiso ambiental que la universidad ha venido realizando en todos los campus. Es importante indicar que este proceso se ha llevado a cabo gracias a la colaboración y participación activa de la comunidad universitaria; sin embargo, se deben incrementar los esfuerzos para afrontar los continuos retos ambientales y el aumento en la población universitaria. Asumir buenas prácticas ambientales desde la investigación, docencia y extensión en la UNA, aunado a la sensibilización de la comunidad universitaria, ha permitido, particularmente medido a nivel per cápita, el ahorro institucional de los recursos naturales considerados aspectos ambientales significativos. Se espera que estas tendencias continúen durante el año 2015, aun cuando esté creciendo en infraestructura y la población universitaria aumente.

Poco a poco, la ejecución de proyectos y de iniciativas ha permitido la incorporación de elementos de innovación por medio del uso de nuevas herramientas que permiten mejorar la gestión ambiental y promover una mayor conciencia al respecto. Para el año 2015, las metas de



ahorro de estos aspectos ambientales son: 2% para la energía eléctrica, 2% de combustible, 3% en agua y 5% menos en el gasto institucional de papel. Sin embargo, se debe continuar con los esfuerzos ejecutados desde las comisiones ambientales en los centros de trabajo, con el fin de maximizarlos aún más y obtener los resultados esperados según las metas propuestas.

En la UNA se pretende continuar con la medición anual de estos indicadores, con el fin de poder implementar políticas y acciones que integren a la totalidad de la población universitaria y la encaminen hacia un buen desarrollo sustentable de la institución. En ese sentido, la UNA busca aportar en los esfuerzos por mitigar, minimizar o compensar el impacto ambiental, con un compromiso integral de su personal y estudiantes.

Se recomienda que, además de la concientización y el uso de las tecnologías eficientes, se establezcan lineamientos a nivel institucional que consideren la gestión ambiental, la gestión de residuos, el cambio climático y la eficiencia energética, que permitirán la aplicación de acciones concretas de ahorro de los recursos; así como la integración, el análisis y el seguimiento de la información resultante de los indicadores ambientales.

5. Referencias

- Área de Planificación Económica [APEUNA]. (2011-2014). Cantidad de proyectos de investigación en temas ambientales y cantidad de estudiantes regulares y pasantes de la institución. Universidad Nacional, Costa Rica.
- ASADA Sarapiquí. (2011-2014). Historial de consumo de la UNA en medidores de agua- Facturación mensual por medidor 2011-2014. Costa Rica.
- Acueducto Golfito. (2011-2014). Historial de consumo de la UNA en medidores de agua- Facturación mensual por medidor 2011-2014. Costa Rica.
- Comisión Institucional PGAI-UNA. (2011). Informe de avance del Programa de Gestión Ambiental Institucional, periodo enero-diciembre 2012. Universidad Nacional. H
- Comisión Institucional PGAI-UNA. (2012). Informe de avance del Programa de Gestión Ambiental Institucional, periodo enero-diciembre 2012. Universidad Nacional.
- Comisión Institucional PGAI-UNA. (2013). Informe de avance del Programa de Gestión Ambiental Institucional, periodo enero-diciembre 2013. Universidad Nacional.
- Comisión Institucional PGAI-UNA. (2014). Informe de avance del Programa de Gestión Ambiental Institucional, periodo enero-diciembre 2014. Universidad Nacional.
- Compañía Nacional de Fuerza y Luz [CNFL]. (2011-2014). Historial de consumo de la UNA en medidores de luz- Facturación mensual por medidor 2011-2014. Costa Rica.
- Coopeguanacaste. (2011- 2014). Historial de consumo de la UNA en medidores de luz- Facturación mensual por medidor 2011-2014. Costa Rica.



- Dirección de Gestión de Calidad Ambiental [DIGECA]. (2014). Sitio web de la Dirección de Gestión de Calidad Ambiental, Ministerio de Ambiente y Energía. San José, Costa Rica. Disponible en <http://www.digeca.go.cr/ambientalizacion/herramientasPGA.html>.
- Empresa de Servicios Públicos de Heredia [ESPH]. (2011-2014). Historial de consumo de la UNA en medidores de agua y luz- Facturación mensual por medidor 2011-2014. Universidad Nacional, Costa Rica.
- García, D. (2009). Informe de labores UNA-Campus Sostenible 2009.
- Ihobe*. (2009). *Indicadores de gestión y medio ambiente, desarrollo sostenible*. España.
- Instituto Costarricense de Electricidad [ICE]. (2011-2014). Historial de consumo de la UNA en medidores de luz 2011-2014. Costa Rica.
- Instituto Nacional de Acueductos y Alcantarillados [AyA]. (2011-2014). Historial de consumo de la UNA en medidores de agua-Facturación mensual por medidor 2011-2014. Costa Rica.
- La Gaceta Número 160. (2007). Decreto Ejecutivo No. 33889-MINAE. Reglamento para la elaboración de Planes de Gestión Ambiental en el sector público de Costa Rica.
- La Gaceta Número 88. (2011). Decreto Ejecutivo No. 36499-S-MINAET. Reglamento para la elaboración de programas de gestión ambiental institucional en el sector público de Costa Rica.
- Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones [MINAET] y Ministerio de Salud [MS]. (2011). Guía para la elaboración de programas de gestión ambiental institucional (PGAI) en el sector público de Costa Rica. Documento de orientación para las Instituciones Públicas. San José, Costa Rica. 56 p.
- Oficina de Comunicación. (2011-2014). Noticias ambientales de la Universidad Nacional en los medios de comunicación institucionales y nacionales. Universidad Nacional, Costa Rica.
- Programa UNA-Campus Sostenible. (2011-2014). Manejo de registro estadístico de consumos en los años 2011-2014. Universidad Nacional, Costa Rica.
- Programa Desarrollo y Mantenimiento de Infraestructura Institucional [PRODEMI]. (2011-2014). Mejoras e instalación en equipos eficientes de ahorro de recursos de energía eléctrica y agua. Universidad Nacional, Costa Rica.
- Programa de Gestión Financiera [PGF] (2011-2014). Datos de facturación de medidores de luz, agua, combustibles y teléfono de la UNA 2011-2014. Universidad Nacional, Costa Rica.
- Proveduría Institucional. (2011-2014). Reporte de la demanda institucional de papel y adquisición de compras sustentables en los carteles de licitación. Universidad Nacional, Costa Rica.
- Sección de Transportes. (2011-2014). Datos de vehículos, Giras, Gasto de combustibles de la UNA 2011-2014. Universidad Nacional, Costa Rica.
- UNA-Gaceta 7. (2003). Política ambiental de la Universidad Nacional. Disponible en http://www.cu.una.ac.cr/index.php?option=com_remository&Itemid=53&func=startdown&id=1735
- WWF. (2005). Señales de éxito, Guía del usuario sobre indicadores (en línea). Weyside Park, Godalming Surrey. Disponible en http://biblioteca.catie.ac.cr/cursos_cuencas/documentos/Guia_sobre_indicadores.pdf.